

# ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ ที่ดินในกรุงเทพมหานคร

คุณากร หอมขาว<sup>1\*</sup>

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ร่วมกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 Path129 Row50 และ Path129 Row51 ประกอบไปด้วยแบนด์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ แบนด์ 4 จัดเก็บช่วงคลื่นสีแดง (Red) แบนด์ 5 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) แบนด์ 6 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) และแบนด์ 10 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR) ผลการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 31.35 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ 30.41 องศาเซลเซียส พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม 29.71 องศาเซลเซียส พื้นที่เกษตรกรรม 28.84 องศาเซลเซียส และพื้นที่น้ำ 27.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่เมืองที่มีโครงสร้างพื้นผิวที่ไม่สามารถซึมผ่านได้ เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บความร้อนได้สูงกว่าพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรรมชาติ ซึ่งเอื้อต่อการคายระเหย และลดอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.86 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่นจะมีแนวโน้มของอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่ำกว่า ในขณะที่ดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิพื้นผิว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.89 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีสัดส่วนสิ่งปลูกสร้างสูงกว่า จะมีแนวโน้มของอุณหภูมิพื้นผิวที่สูงกว่าอย่างชัดเจน ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับพื้นที่ เพื่อบรรเทาผลกระทบจากเกาะความร้อนในเขตเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : อุณหภูมิพื้นผิว การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดาวเทียมแลนด์แซท-8 เกาะความร้อนเมือง

<sup>1</sup> กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานคร

\* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: kunakorn.homkhaow@gmail.com

วันที่รับบทความ 6 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 25 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

# The Spatial Relationship between Land Surface Temperature and Land Use in Bangkok

Kunakorn Homkhaow<sup>1\*</sup>

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the relationship between land use types and land surface temperature (LST) derived from the analysis of Landsat-8 OLI/TIRS satellite data from February 14, 2024 (Path 129 Row 50 and Path 129 Row 51). The bands used for the analysis included Band 4 (Red) Band 5 (Near Infrared, NIR) Band 6 (Short-Wave Infrared, SWIR) and Band 10 (Thermal Infrared, TIRS). The analysis results revealed that community and built-up areas had the highest average temperature at 31.35°C, followed by miscellaneous areas at 30.41°C, vegetated areas at 29.71°C, agricultural areas at 28.84°C, and water bodies at 27.75°C, respectively. These findings reflect that urban areas characterized by impermeable surface structures, such as concrete and asphalt, tend to retain more heat than natural areas that facilitate evapotranspiration and reduce surface temperature. Furthermore, a statistically significant negative correlation was found between land surface temperature and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), with an average correlation coefficient of -0.86, indicating that areas with dense vegetation cover tend to have lower surface temperatures. Conversely, the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) showed a significant positive correlation with land surface temperature, with an average correlation coefficient of 0.89. This clearly suggests that areas with a higher proportion of built-up structures tend to have higher surface temperatures. The results of this study can be utilized as baseline information for land use planning and environmental management at the local level to effectively mitigate the urban heat island effect.

Keywords : surface temperature, land use types, landsat-8 satellite, urban heat island

---

<sup>1</sup> Land Use Analysis Group, Division of Land Use Policy and Planning, Department of Land Development, Bangkok (Thailand).

\* Corresponding author e-mail: kunakorn.homkhaow@gmail.com

## บทนำ

เมืองมีบทบาทสำคัญในฐานะศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมของโลกยุคปัจจุบัน โดยเป็นพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และโครงสร้างพื้นฐานอย่างหนาแน่น กรุงเทพมหานคร ในฐานะเมืองหลวงและศูนย์กลางความเจริญของประเทศไทย มีลักษณะเป็น "เอกนคร" (primate city) อย่างชัดเจน (Jones et al., 2025) โดยมีขนาดเศรษฐกิจและจำนวนประชากรที่มากกว่าเมืองใหญ่อันดับรองลงมาหลายเท่าตัว สถานะความเป็นศูนย์กลางดังกล่าว ดึงดูดประชากรจำนวนมากให้เข้ามาอยู่อาศัยและทำงาน ส่งผลให้กรุงเทพมหานครต้องเผชิญกับการเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งนำมาซึ่งความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อนและทวีความรุนแรงมากขึ้น (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง, 2561)

การพัฒนาเมืองอย่างเข้มข้นมักส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมในหลากหลายมิติ หนึ่งในปรากฏการณ์สำคัญที่สะท้อนผลกระทบดังกล่าว และมีความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่นคือ "ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง" (urban heat island, UHI) ปรากฏการณ์นี้ หมายถึง การที่พื้นที่ในเขตเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบที่เป็นชนบท หรือพื้นที่ธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ (ปุ่นยง รุจิโร, 2559) ถึงแม้ว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจะไม่ใช่สาเหตุโดยตรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก แต่ก็นับว่าเป็นผลกระทบที่ซ้ำเติมปัญหา และมีปฏิสัมพันธ์กับสภาวะโลกร้อน ความเป็นเอกนครของกรุงเทพมหานคร ซึ่งหมายถึงความหนาแน่นของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และโครงสร้างพื้นฐานที่เข้มข้นกว่าเมืองอื่น ๆ ในประเทศอย่างมาก ยิ่งส่งผลให้ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างกว้างขวาง และการปล่อยความร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic heat) มีความรุนแรงมากขึ้น (Pan et al., 2023) ด้วยเหตุนี้ ปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในกรุงเทพมหานครจึงมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบเป็นวงกว้างและรุนแรงกว่าพื้นที่อื่น ทำให้การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นี้ในบริบทของกรุงเทพมหานครมีความสำคัญ และความจำเป็นเร่งด่วน

กรุงเทพมหานครมีการเติบโตของประชากรอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากสถิติจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎรที่มีมากกว่า 5.4 ล้านคนในปี พ.ศ. 2565 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพิจารณาถึงประชากรแฝงที่เข้ามาทำงาน และใช้ชีวิตในเมืองหลวงแห่งนี้ (The Standard, 2023) การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ประกอบกับความต้องการที่อยู่อาศัย และการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ ได้ขับเคลื่อนให้เกิดการขยายตัวของเมืองออกไปยังพื้นที่ชานเมืองอย่างรวดเร็ว (urbanization และ urban sprawl) โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามแนวเส้นทางการคมนาคมขนส่งสายหลัก และพื้นที่ที่มีการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ใหม่ ๆ สถานการณ์นี้สะท้อนว่า

กรุงเทพมหานครยังคงเป็นศูนย์กลางที่ดึงดูดการย้ายถิ่นฐาน และความต้องการที่อยู่อาศัยอย่างต่อเนื่อง (Khamwachirapitak & Weerarak, 2019)

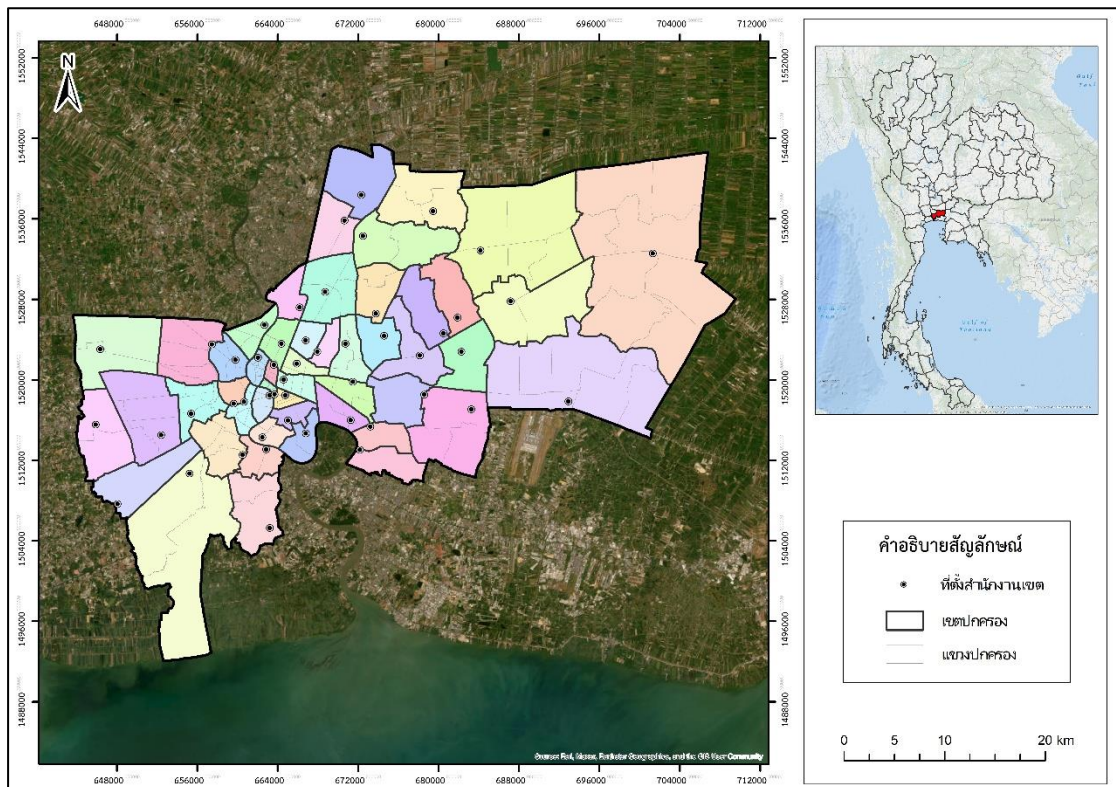
การขยายตัวของเมืองดังกล่าว ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use and land cover, LULC) อย่างมีนัยสำคัญ (รติมา จันทะโก, อลงกรณ์ อินทรักษา และสุธี จรรยาสุทธีวงศ์, 2565) พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ว่างเปล่า และพื้นที่สีเขียวตามธรรมชาติ ซึ่งเคยเป็นลักษณะเด่นของพื้นที่รอบนอก ถูกแทนที่ด้วยสิ่งปลูกสร้างประเภทต่าง ๆ ทั้งอาคารที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม ถนน และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ (Iamtrakul, Padon, & Chayphong, 2024) กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่ใช่เพียงการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ที่ดินบนแผนที่ แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นผิวโลก (Physical surface properties) โดยตรง วัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์ มีคุณสมบัติในการดูดซับ และกักเก็บความร้อน แตกต่างจากพืชพรรณ และดิน สามารถสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีกว่า และมีกระบวนการคายน้ำ (evapotranspiration) ที่ช่วยระบายความร้อน และลดอุณหภูมิของพื้นผิว และอากาศโดยรอบ ในทางตรงกันข้าม คอนกรีตและแอสฟัลต์มีค่าอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedo) ต่ำกว่า และมีความสามารถในการนำความร้อน และกักเก็บความร้อนได้สูงกว่า ทำให้พื้นผิวเหล่านี้ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลากลางวัน และคายความร้อนออกมาอย่างช้า ๆ ในเวลากลางคืน (Pan et al., 2023) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของพื้นผิวประเภทต่าง ๆ จากการขยายตัวของเมือง จึงส่งผลกระทบต่อสมดุลพลังงาน (energy balance) ของพื้นที่ และเป็นกลไกพื้นฐานที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิว และปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้มีความสนใจที่จะนำเอาเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล และเทคโนโลยีทางภูมิสารสนเทศ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เมืองกรุงเทพมหานครร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีทางสเปกตรัม ได้แก่ ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (normalized difference vegetation index, NDVI) และดัชนีความแตกต่างพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง (normalized difference built-up index, NDBI) เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีต่าง ๆ ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถเป็นแนวทาง หรือประโยชน์ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร นำผลวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดผังเมืองรวมได้

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ขอบเขตเชิงพื้นที่ พื้นที่ศึกษารอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองหลวงและศูนย์กลางการปกครอง เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย มีขนาดพื้นที่ประมาณ 1,563.98 ตารางกิโลเมตร (977,491 ไร่) ซึ่งประกอบไปด้วย 50 เขตการปกครอง ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา มีความหลากหลายทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่อุตสาหกรรม รวมถึงพื้นที่สีเขียว และพื้นที่เกษตรกรรมบางส่วน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานคร

1.2 ขอบเขตเชิงเนื้อหา ครอบคลุมการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว และดัชนีทางสเปกตรัมที่สำคัญ ได้แก่ NDVI และ NDBI โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิว และค่าดัชนี NDVI และ NDBI ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร ร่วมกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิว (land surface temperature, LST) กับ

ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ค่าดัชนี NDVI และ NDBI โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system, GIS) และการวิเคราะห์ทางสถิติ

1.3 ขอบเขตเชิงเวลา ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2566 จากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS พ.ศ. 2567 ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 และข้อมูลภาพถ่ายจาก Google Earth โดยช่วงเวลาของภาพถ่ายเป็นเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 2.1 ข้อมูลที่ใช้

2.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (satellite data) ซึ่งประกอบไปด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS พ.ศ. 2567 ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 Path129 Row50 และ Path129 Row51 ประกอบไปด้วยแบนด์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ แบนด์ 4 จัดเก็บช่วงคลื่นสีแดง (Red) แบนด์ 5 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) แบนด์ 6 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) และแบนด์ 10 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR)

2.1.2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use data) ใช้ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2566 จากกรมพัฒนาที่ดิน โดยทำการจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดจากการสร้างขึ้นของมนุษย์ มีสิ่งปลูกสร้างเป็นสิ่งปกคลุมดินหลัก มีพืชพรรณปกคลุม หรือไม่มีก็ได้ เช่น ถนน ที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่เกษตรกรรม เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร เช่น นาข้าว สวนผลไม้ พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม เป็นพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยพืชชนิดต่าง ๆ ต้นไม้ พุ่มไม้ หญ้า และพืชพรรณอื่น ๆ เช่น ป่าไม้ ไม้ละเมาะ หรือพืชพรรณในสวนสาธารณะ พื้นที่น้ำ เป็นพื้นที่ที่มีการสะสมของน้ำบนพื้นผิวโลก เช่น แม่น้ำ คลอง หรือบ่อน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ เป็นพื้นที่ที่ไม่ได้จัดอยู่ในประเภทที่ดินหลักอื่น ๆ เช่น พื้นที่กองวัสดุ พื้นที่ถม พื้นที่ดินเปิด (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2565)

### 2.2 การคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST)

2.2.1 การวิจัยครั้งนี้ ใช้ประโยชน์จากข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature, ST) ที่มีอยู่ในชุดข้อมูล Landsat Collection 2 Level-2 โดยตรง ซึ่งข้อมูลนี้ได้ถูกจัดทำโดยสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USGS) โดยใช้อัลกอริทึม Single-Channel ที่มีการปรับแก้ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศ และค่าการแผ่รังสีของพื้นผิว (Emissivity) โดยใช้ข้อมูลจาก “ASTER” Global Emissivity Database (GED) แล้ว ซึ่งอยู่ในแบนด์ 10 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR)

2.2.2 การแปลงหน่วย ค่าของอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากผลิตภัณฑ์ Level-2 จะอยู่ในหน่วย digital number (DN) จึงต้องนำค่า DN แปลงค่ากลับไปเป็นค่าอุณหภูมิทางฟิสิกส์ที่แท้จริงซึ่งอยู่ใน

หน่วยเคลวิน (K) โดยใช้ค่าตัวคูณ (multiplicative rescaling factor) และค่าชดเชย (additive rescaling factor) ที่ระบุไว้ในไฟล์ Metadata ของข้อมูล และจากนั้นทำการแปลงเป็นหน่วยองศาเซลเซียสด้วยการลบด้วย 273.15 สูตรสำหรับการแปลงหน่วย สามารถใช้สมการที่ (1) (U.S. Geological Survey, 2024)

$$LST(^{\circ}C) = ((0.00341802 * Band\ 10) + 149.0) - 273.15 \quad (1)$$

2.3 การคำนวณค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ คำนวณจากค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (NIR) และช่วงคลื่นแสงสีแดง (Red) ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดปริมาณความหนาแน่น และความสมบูรณ์ของพืชพรรณ โดยใช้สมการที่ (2)

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad (2)$$

2.4 การคำนวณค่าดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง คำนวณจากค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) และช่วงใกล้อินฟราเรด (NIR) ใช้เป็นตัวชี้วัดความหนาแน่นของพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง หรือพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้สมการที่ (3)

$$NDBI = \frac{(SWIR - NIR)}{(SWIR + NIR)} \quad (3)$$

## 2.5 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และเชิงสถิติ

2.5.1 การวิเคราะห์อุนภูมิพื้นที่ผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการเชื่อมโยงค่าอุนภูมิพื้นที่ผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้เครื่องมือ Zonal Statistics ในซอฟต์แวร์ทางด้านภูมิสารสนเทศ เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) หรือค่าสถิติอื่น ๆ ของค่าอุนภูมิพื้นที่ผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งวิธีนี้ช่วยให้สามารถเชื่อมโยงค่าอุนภูมิพื้นที่ผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้โดยตรง

2.5.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) ใช้วิธีการทางสถิติอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) เพื่อวัดระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างค่าอุนภูมิพื้นที่ผิวกับค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) และระหว่างค่าอุนภูมิพื้นที่ผิวกับค่าดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI)

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

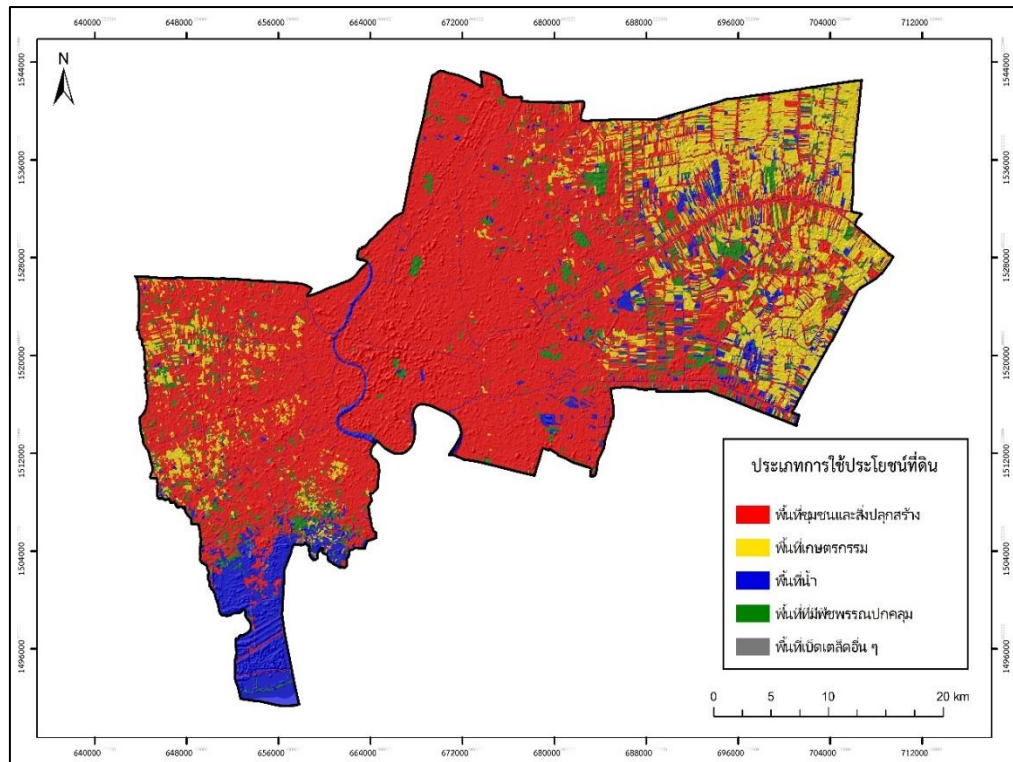
### 1. ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีเนื้อที่รวมทั้งสิ้น 977,491 ไร่ สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2 ผลพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งครอบคลุมเนื้อที่ 653,368 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66.84 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือ พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 160,904 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.46 ตามมาด้วย พื้นที่น้ำ ซึ่งมีเนื้อที่ 98,220 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.05 และพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม ซึ่งรวมถึงพื้นที่ป่าชายเลน สวนสาธารณะ หรือพื้นที่สีเขียวที่มีการปกคลุมของพืชพรรณ มีเนื้อที่ 60,696 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.21 สำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนน้อยที่สุดคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ มีเนื้อที่เพียง 4,303 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.44 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

ตารางที่ 1 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	653,368	66.84
พื้นที่เกษตรกรรม	160,904	16.46
พื้นที่น้ำ	98,220	10.05
พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม	60,696	6.21
พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	4,303	0.44
รวม	977,491	100.00

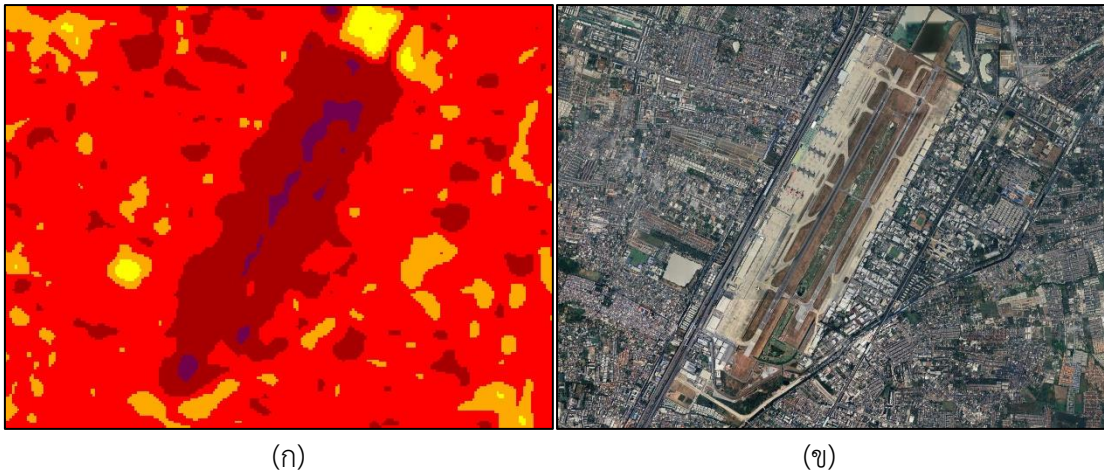




รูปที่ 2 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2566

## 2. อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากผลการศึกษาพบว่า ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 เขตที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ เขตดอนเมือง ดังตารางที่ 2 โดยมีอุณหภูมิสูงถึง 39.50 องศาเซลเซียส ซึ่งพิกเซลของอุณหภูมิที่สูงของพื้นที่บริเวณนั้นเป็นพื้นที่บริเวณท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมือง ซึ่งพื้นที่โดยรวมส่วนใหญ่ของท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมืองจะเป็นสิ่งปลูกสร้างที่ประกอบไปด้วยตัวอาคาร ลานจอด และรันเวย์ขึ้นลงของเครื่องบิน ซึ่งเป็นสิ่งปลูกสร้างประเภทคอนกรีต จึงทำให้มีการสะสมของอุณหภูมิที่สูงมาก ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3

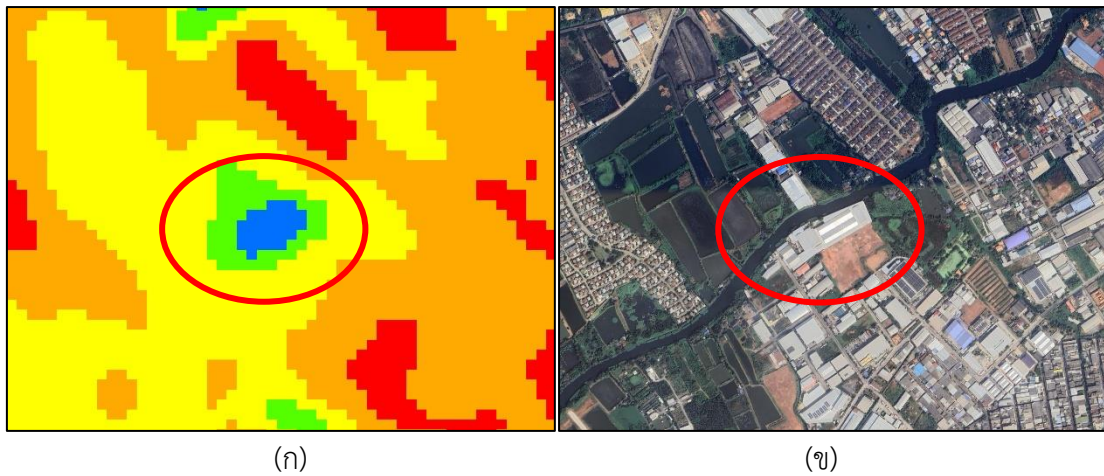


**รูปที่ 3** บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณของท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมือง

(ก) ภาพจากการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของดาวเทียม Landsat-8 วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

(ข) ภาพถ่ายจาก Google Earth โดยช่วงเวลาของภาพถ่ายเป็นเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

และเขตที่มีอุณหภูมิต่ำสุด คือ เขตราชบุรีบูรณะ โดยมีอุณหภูมิต่ำถึง 19.60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) ซึ่งพิกเซลของอุณหภูมิต่ำที่สุดของพื้นที่บริเวณนั้นเป็นพื้นที่บริเวณพื้นที่ลุ่มที่มีแหล่งน้ำและความชื้นอยู่ จึงทำให้พิกเซลของบริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่น แต่จากภาพ Google Earth จะเห็นได้ว่าพื้นที่บริเวณนี้ได้ถูกเปลี่ยนจากพื้นที่ลุ่มเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างแล้ว และจากที่สังเกตจากตัวหลังคาทำให้สันนิษฐานได้ว่าเป็นสิ่งปลูกสร้างที่เพิ่งสร้างขึ้นใหม่ เพราะเนื่องจากภาพจาก Google Earth มีการอัปเดตเป็นปัจจุบันแล้ว แต่ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นภาพที่ถ่ายเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 บริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด

(ก) ภาพจากการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของดาวเทียม Landsat-8 วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

(ข) ภาพถ่ายจาก Google Earth โดยช่วงเวลาของภาพถ่ายเป็นเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

ตารางที่ 2 ตารางแสดงอุณหภูมิของแต่ละเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567

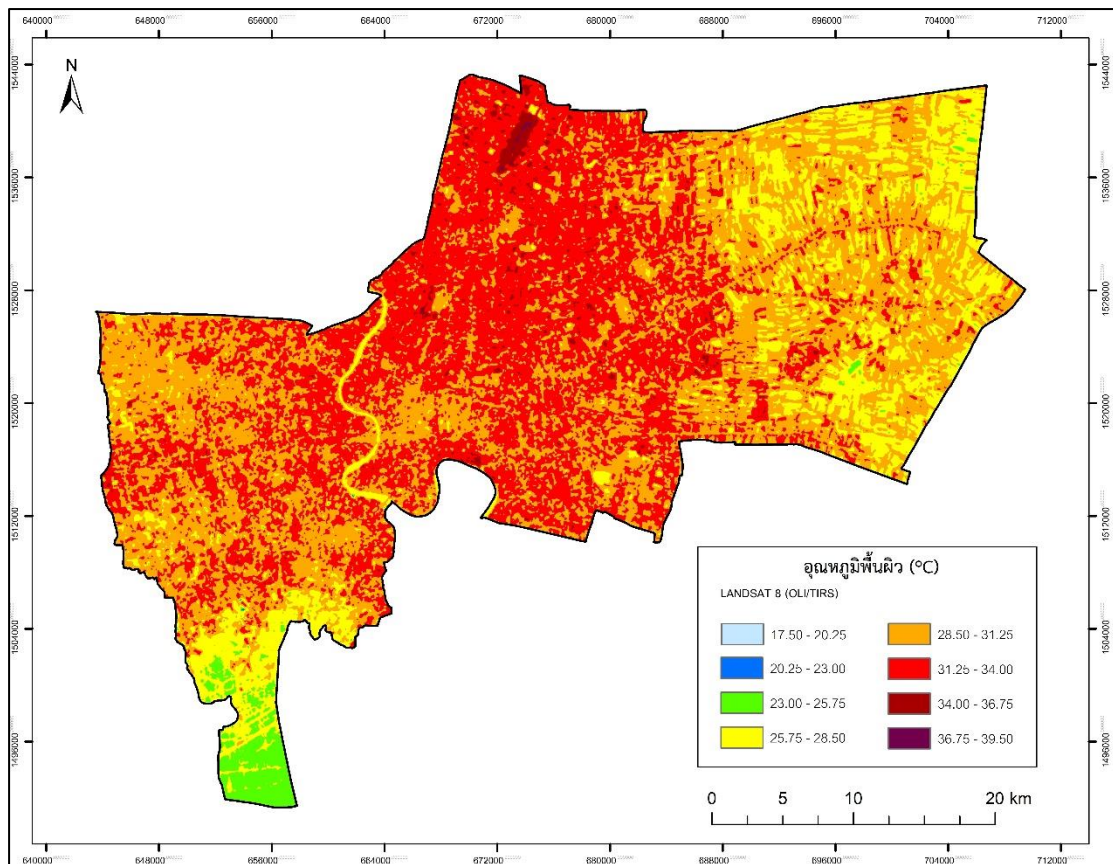
อุณหภูมิแบ่งตามเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567			
เขต	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
เขตพระนคร	25.58	34.42	30.00
เขตดุสิต	25.44	34.48	29.96
เขตหนองจอก	22.70	35.76	29.23
เขตบางรัก	26.15	32.44	29.30
เขตบางเขน	24.64	34.78	29.71
เขตบางกะปิ	24.85	36.22	30.54
เขตปทุมวัน	26.76	35.03	30.90
เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย	28.88	33.65	31.27
เขตพระโขนง	25.45	34.10	29.78
เขตมีนบุรี	25.16	36.14	30.65
เขตลาดกระบัง	22.14	36.74	29.44

**ตารางที่ 2** ตารางแสดงอุณหภูมิของแต่ละเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 (ต่อ)

อุณหภูมิแบ่งตามเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567			
เขต	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
เขตยานนาวา	22.46	35.12	28.79
เขตสัมพันธวงศ์	26.13	32.60	29.37
เขตพญาไท	26.72	33.79	30.26
เขตธนบุรี	25.45	34.91	30.18
เขตบางกอกใหญ่	26.04	34.12	30.08
เขตห้วยขวาง	25.28	36.66	30.97
เขตคลองสาน	25.49	33.41	29.45
เขตตลิ่งชัน	24.35	33.88	29.12
เขตบางกอกน้อย	25.65	35.83	30.74
เขตบางขุนเทียน	21.11	35.19	28.15
เขตภาษีเจริญ	26.18	34.80	30.49
เขตหนองแขม	22.78	35.75	29.27
เขตราษฎร์บูรณะ	19.60	36.53	28.07
เขตบางพลัด	25.42	34.44	29.93
เขตดินแดง	27.02	36.41	31.72
เขตบึงกุ่ม	23.44	34.49	28.97
เขตสาทร	25.64	36.12	30.88
เขตบางซื่อ	25.76	35.24	30.50
เขตจตุจักร	26.63	37.49	32.06
เขตบางคอแหลม	25.46	34.78	30.12
เขตประเวศ	22.50	36.23	29.37
เขตคลองเตย	24.50	36.66	30.58
เขตสวนหลวง	22.99	34.45	28.72

ตารางที่ 2 ตารางแสดงอุณหภูมิของแต่ละเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 (ต่อ)

อุณหภูมิแบ่งตามเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567			
เขต	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
เขตจอมทอง	25.64	36.33	30.99
เขตดอนเมือง	25.51	39.50	32.51
เขตราชเทวี	26.90	34.31	30.61
เขตลาดพร้าว	25.73	35.81	30.77
เขตวัฒนา	26.39	33.25	29.82
เขตบางแค	23.30	35.20	29.25
เขตหลักสี่	26.09	34.72	30.41
เขตสายไหม	24.80	35.79	30.30
เขตคันนายาว	23.44	34.80	29.12
เขตสะพานสูง	25.51	34.46	29.99
เขตวังทองหลาง	25.55	35.25	30.40
เขตคลองสามวา	21.70	34.38	28.04
เขตบางนา	24.99	35.91	30.45
เขตทวีวัฒนา	25.09	37.01	31.05
เขตทุ่งครุ	22.91	35.38	29.15
เขตบางบอน	23.92	35.37	29.65



รูปที่ 5 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567

### 3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีต่าง ๆ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

#### 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่แบบแบ่งโซน (zonal statistics) ยืนยันความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและค่าอุณหภูมิพื้นผิว โดยพบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงถึง 31.35 องศาเซลเซียส ในพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่น้ำ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.41 29.71 28.84 และ 27.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สิ่งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ที่มีส่วนประกอบไปด้วยสิ่งปลูกสร้างประเภทต่าง ๆ มีส่วนทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่เมืองส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากพื้นผิวที่ไม่สามารถซึมผ่านได้ เช่น หิน โลหะ และคอนกรีต ซึ่งมีการระเหยที่ต่ำ ในขณะที่เดียวกันพื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่น้ำ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำกว่าพื้นที่เมือง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความสามารถของพื้นผิวในการซึมผ่านของน้ำลงไปในดินได้ดีกว่าพื้นที่เมือง อีกทั้งมีการคายระเหย และมีความหนาแน่นของพืชพรรณอยู่จึงทำให้มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย

ที่ต่ำกว่าพื้นที่เมือง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี รตโนภาส สุวรรณลี และคณะ (2564) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการใช้ที่ดินที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวพบว่า ปรากฏการณ์อุณหภูมิอยู่บริเวณตัวเมืองที่มีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งคือบริเวณพื้นที่สนามบิน สถานที่ราชการ ซึ่งวัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่เป็นประเภทคอนกรีต อิฐ เหล็ก ซึ่งสามารถดูดซับพลังงานจากดวงอาทิตย์ไว้ ส่วนบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ และแหล่งน้ำ มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบริเวณที่มีสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน อันเนื่องมาจากแหล่งน้ำ และความหนาแน่นของต้นไม้ ที่สามารถป้องกันการสะสมความร้อนบนพื้นผิวจากรังสีดวงอาทิตย์ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

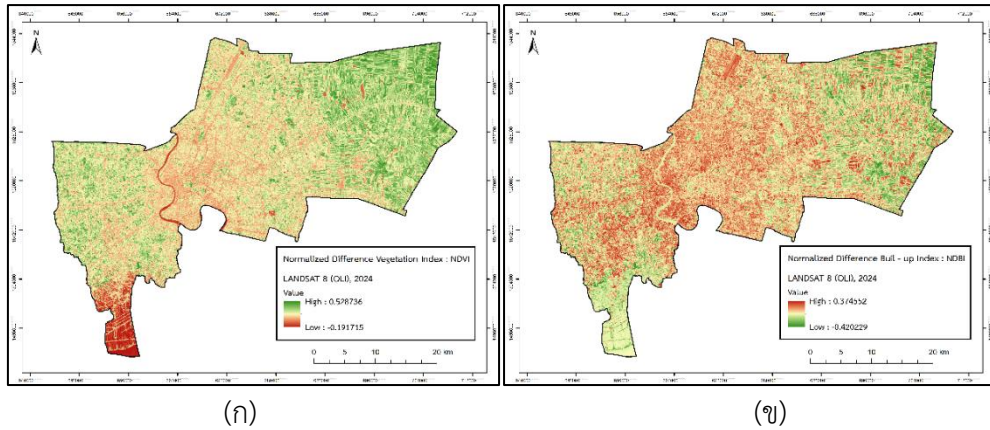
ตารางที่ 3 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินกับอุณหภูมิพื้นผิว

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย (°C)
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	31.35
พื้นที่เกษตรกรรม	28.84
พื้นที่น้ำ	27.75
พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม	29.71
พื้นที่เปิดเตล็ดอื่น ๆ	30.41

### 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีทางสเปกตรัม (NDVI และ NDBI)

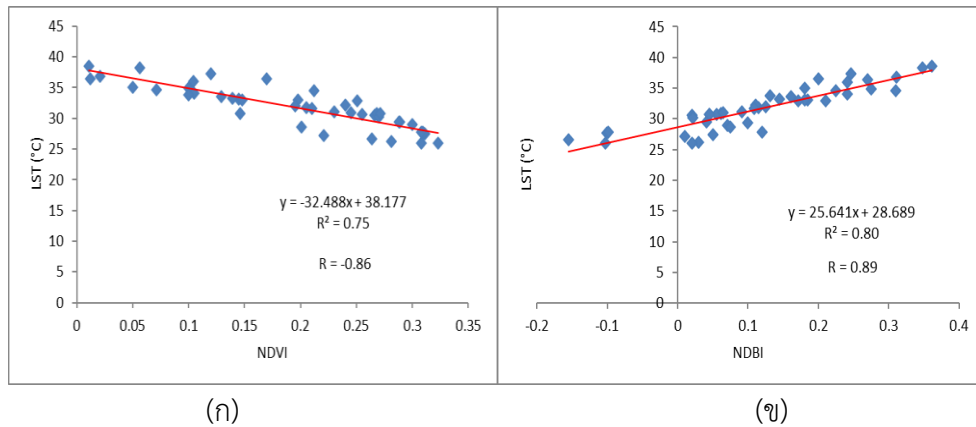
อุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) พบความสัมพันธ์เชิงลบ (negative correlation) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอุณหภูมิพื้นผิว และดัชนีความแตกต่างพืชพรรณอย่างสม่ำเสมอ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก โดยมีค่าเท่ากับ -0.86 ซึ่งบ่งชี้ว่าพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่นกว่า หรือค่า NDVI สูง จะมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.75

อุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) พบความสัมพันธ์เชิงบวก (positive correlation) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้างอย่างชัดเจน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก โดยมีค่าเท่ากับ 0.89 ซึ่งแสดงว่าพื้นที่ที่มีสัดส่วนของสิ่งปลูกสร้าง หรือพื้นผิวที่บีนน้ำสูงกว่า ซึ่งจะมีค่า NDBI สูง จะมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.80 ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 แผนที่แสดงค่าดัชนีเชิงสเปกตรัม

(ก) ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (ข) ดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง



(ก)

(ข)

รูปที่ 7 กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

(ก) อุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ

(ข) อุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง

### สรุปผล

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของทุกเขตในกรุงเทพมหานคร พบว่า อุณหภูมิสูงสุดจะเป็นพื้นที่ของชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นตึก อาคาร ที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่ชุมชนหนาแน่น ส่วนพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำสุด ส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งน้ำ และพื้นที่ที่มีต้นไม้ หรือพืชพรรณปกคลุม เช่น สวนสาธารณะ ตามลำดับ ซึ่งสิ่งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์กันกับประเภทของการใช้



ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะพื้นที่เมืองที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงที่สุด เนื่องจากเกิดจากการสะสมความร้อนของผิววัสดุสิ่งปลูกสร้างที่มีคุณสมบัติดูดกลืนพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยความร้อนส่วนใหญ่เกิดจากการที่มีชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของตัวอาคาร อีกทั้งพื้นที่เมืองในกรุงเทพมหานครมีอาคารสูง ทำให้มีการบังลม ซึ่งทำให้ไม่เกิดความเย็นจากการพาความร้อน (convection) รวมทั้งความร้อนที่ปล่อยออกจากเครื่องปรับอากาศของอาคาร โรงงานอุตสาหกรรมทำให้ความสมดุลของพลังงาน (energy balance) ในเขตเมืองเปลี่ยนแปลงไป

ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิว (LST) กับค่าดัชนีทางสเปกตรัม ได้แก่ NDVI และ NDBI พบว่า ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนี NDBI ซึ่งดัชนีตัวนี้เป็นค่าดัชนีที่เกี่ยวกับพื้นที่เมืองโดยตรง ในขณะที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนี NDVI ซึ่งก็ไปสัมพันธ์กันกับอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยที่อุณหภูมิที่มีค่าที่สูงจะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากมีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ อีกทั้งมีอาคารที่มีลักษณะอาคารที่ชิดติดกัน มีความแออัดกันของอาคาร ทำให้มีการสะสมของอุณหภูมิที่สูง ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม หรือพื้นที่อื่น ๆ ที่มีพืชพรรณปกคลุม จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า อันเนื่องมาจากเป็นพื้นที่ที่มีการคายระเหยของอุณหภูมิได้ดีกว่า และมีสัดส่วนของพืชพรรณปกคลุมอยู่สูง ดังจะเห็นได้จากที่ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI จะมีค่าที่สูงในพื้นที่ที่มีค่าอุณหภูมิต่ำ

ซึ่งจากการสะสมของอุณหภูมิที่สูงของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างนี้ อาจส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อน หรือเกาะความร้อนเหนือพื้นที่เมือง เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของบรรยากาศเหนือเมืองมีค่าสูงกว่าพื้นที่รอบนอกเมือง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในพื้นที่เขตเมืองใหญ่ โดยเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยอากาศใกล้พื้นดินในเขตชุมชนเมืองที่มีตึกสูง และอาคารบ้านเรือนตั้งอยู่หนาแน่นเป็นจำนวนมาก มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณพื้นที่ชนบทโดยรอบที่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ป่าไม้ พืชพรรณเป็นส่วนใหญ่

### ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพื่อติดตามตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิว (LST) และความรุนแรงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (UHI) อย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง การติดตามนี้จะช่วยประเมินการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามกาลเวลา และวัดประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาผลกระทบที่ได้ดำเนินการไปแล้ว และจากผลการศึกษาสามารถเป็นแนวทาง หรือประโยชน์ให้กับ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโยธาธิการและผังเมืองกรุงเทพมหานคร สามารถนำผลการวิจัยและวิธีการเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ในการจัดผังเมืองรวมได้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สามารถเสร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2565). **คํานิยามข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน**. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2568, จาก <https://webapp.ddd.go.th/lpd/LandUseconditions.php>
- บุญยหนูช รุจิโรโก. (2559). การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน. **วารสารวิจัย มสท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 9(3), 145–162.
- รติมา จันทะโก, อลงกรณ์ อินทรักษา และสุชี จรรยาสุทธีวงศ์. (2565). รูปแบบการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรณีศึกษา ตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี. **วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**, 25(1), 50–63.
- สาวิตรี รตโนภาส สุวรรณลี, จตุรงค์ สมอาจ, กันตพิชญ์ เชียรประโคน, นิลรัตน์ นวลหงส์ และสนธยา รัตนทิพย์. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ที่ดินด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา อำเภอเมืองอุดรธานี. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 26(1), 180–199.
- สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง. (2561). **แนวนโยบายการขยายตัวของที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พ.ศ. 2556–2560**. ค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2568, จาก <https://webportal.bangkok.go.th>
- Jones, N. K. W., Acero, J. A., & Moeller, P. (2025). **Shaping a Cooler Bangkok: Tackling Urban Heat for a More Livable City (English)**. Washington, DC: The World Bank. Retrieved March 13, 2025, from <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099032525024532810/pdf/P181082-9cc5dd2a-bc60-49ed-a145-c3a8621dc1f4.pdf>

- Khamwachirapitak, P., & Weerarak, A. (2019). Factors Affecting the Land Use Changes along Charansanitwong Road in Bangkok Noi District, Bangkok. **Asian Creative Architecture, Art and Design**, 29(2), 1–18. Retrieved March 14, 2025, from <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/archkmitl/article/view/199197>
- Pan, L., Lu, L., Fu, P., Nitivattananon, V., Guo, H., & Li, Q. (2023). Understanding spatiotemporal evolution of the surface urban heat island in the Bangkok metropolitan region from 2000 to 2020 using enhanced land surface temperature. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, 14(1). Retrieved March 14, 2025, from <https://doi.org/10.1080/19475705.2023.2174904>
- The Standard. (2023). **เปิดสถิติประชากรไทยปี 2565 คนไทยในวัยทำงานกำลังหดตัว ประชากรสูงวัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว**. ค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2568, จาก <https://thestandard.co/thailand-demographics-2565/>
- U.S. Geological Survey. (2024). **Landsat 8-9 Collection 2 Level 2 Science Product Guide**. Retrieved March 14, 2025, from [https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/LSDS-1619\\_Landsat8-9-Collection2-Level2-Science-Product-Guide-v6.pdf](https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/LSDS-1619_Landsat8-9-Collection2-Level2-Science-Product-Guide-v6.pdf)